

# ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 194.

Nr. 4652.

20.

## Beobachtung der Sonnenfinsternis 1912 April 17 auf der Leipziger Sternwarte.

Von G. Deutschland.

Während der Sonnenfinsternis führte ich am Äquatoreal von Fraunhofer Messungen der Rektaszensionsdifferenzen des Sonnen- und Mondrandes sowie der Hörnerspitzen aus. Der Einfluß der persönlichen Auffassung und andere Ursachen machen derartige Beobachtungen zur Ableitung eines relativen Mondortes wenig geeignet. Da jedoch zu diesem Zwecke gleichzeitig von Dr. Hayn photographische Aufnahmen der Sonnensichel am Refraktor und von Dr. Naumann direkte Messungen des Positionswinkels der Hörner am Heliometer vorgenommen wurden, so mußte sich unter Zugrundelegung der dadurch erhaltenen Daten<sup>1)</sup> für den Mondort beurteilen lassen, in welchem Maße und in welcher Weise die Durchgangsbeobachtungen dieser durch ihre Form ausgezeichneten Objekte von systematischen Fehlern beeinflusst wurden.

### Beobachtungsdaten.

Das Objektiv des Äquatoreals wurde von 118 mm auf 67 mm abgedeckt und außerdem mit einem Gitter versehen. Die Vergrößerung des mit einem blauen Glase abgeblendeten Okulars war 105, bei einer Brennweite des Instrumentes von 2 m. Der scheinbare Parallel wurde für das Äquatoreal, dessen Aufstellungsfehler sich als genügend klein erwiesen, an vorhergehenden Abenden durch geeignete Sterne, sowie unmittelbar vor und nach der Messungsreihe mit Hilfe des Sonnenrandes bestimmt, und zwar für drei als Durchgangsmarken dienende Parallelfäden des Mikrometers mit einem Abstand von 10'49 und 10'66. Die Ablesung am Positionskreis, dessen Zählung von N über W, S, E geht, war während der Beobachtung 179° 46'. Die Richtung des scheinbaren

Parallels wurde vor und nach den Messungen und in beiden Lagen des Instruments durch folgende, für jeden der Fäden geltende Ablesungen bestimmt:

M. E. Z.	Lage des Instr.	Scheinb. Par.
0 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	Kreis folgt, Trommel rechts	89° 48'
3 15	» »	89 44
0 25	Kreis voran, Trommel links	89 50
3 30	» »	89 46.

Die auf dem Chronographen registrierten Durchgangszeiten sind in den ersten Spalten der folgenden Tabelle nach Angaben der Sternzeituhr Strasser & Rohde, deren Streifenkorrektur -14'16 betrug, zusammengestellt. Sie umfassen nur einen Zeitraum von 80<sup>m</sup>, der gleichmäßig zur Mitte der Finsternis verteilt ist. Das zeigen die Kontakte, die ich durch Schätzung verschiedener Sehnenlängen<sup>1)</sup> erhielt:

$$1^h 35^m 30^s.2 \text{ und } 4^h 15^m 51^s.5 \text{ Uhrzeit}$$

$$\text{oder } 0 \ 5 \ 20.4 \text{ » } 2 \ 45 \ 15.4 \text{ M. E. Z.}$$

In jeder der 24 Stellungen des Instruments wurden die Durchgangszeiten des Sonnenrandes *S*, des Mondrandes *M* und der beiden Hörner *H*<sub>1</sub> und *H*<sub>2</sub> zumeist für 3 Fäden erhalten. Die vereinzelt bei *S* und *M* in Kursivdruck angegebenen Zahlen sind aus den benachbarten Werten gebildet, behufs Verwertung der anderen Durchgänge am gleichen Faden. Der Mitte der Finsternis entspricht die Nr. 12, bei Nr. 13 wurden nur die beiden Hörner beobachtet. Bis einschließlich Nr. 14 war die Lage des Instruments: Kreis voran, Trommel oben. Danach mußte wegen räumlicher Beschränkung umgelegt werden: Kreis folgt, Trommel unten.

Nr.	Durchgangszeiten des				Beobachtung—Rechnung			
	Sonnenrandes ( <i>S</i> ), des Mondrandes ( <i>M</i> ) und der Hörner ( <i>H</i> <sub>1</sub> und <i>H</i> <sub>2</sub> )				$\Delta(M-S)$	$\Delta(H_1-S)$	$\Delta(H_2-S)$	$\Delta(H_1-H_2)$
1	2 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> .95 <i>H</i> <sub>1</sub>	—	<i>H</i> <sub>2</sub>	—	<i>M</i>	18 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup> .62 <i>S</i>	—	11
	17 4.51	18 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> .22	18 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> .12	19 5.42	— 16	— 43	+ 8	— 31
	15.61	—	—	16.12	—	— 15	—	—
2	20 17.29 <i>H</i> <sub>1</sub>	—	<i>H</i> <sub>2</sub>	—	<i>M</i>	22 16.00 <i>S</i>	—	25
	28.13	21 23.62	21 36.08	26.76	+ 5	— 28	— 6	— 19
	39.22	—	—	37.65	—	— 23	—	—
3	24 1.20 <i>H</i> <sub>1</sub>	24 56.40 <i>H</i> <sub>2</sub>	25 11.09 <i>M</i>	25 57.18 <i>S</i>	+ 4	— 6	+ 15	— 21
	11.84	25 7.07	22.12	26 8.15	— 14	— 52	— 24	— 28
	23.12	18.08	33.18	18.79	+ 3	— 4	+ 3	— 7
4	28 18.01 <i>H</i> <sub>1</sub>	29 11.82 <i>H</i> <sub>2</sub>	29 29.91 <i>M</i>	30 10.70 <i>S</i>	— 21	— 13	— 16	+ 3
	28.79	22.60	40.90	21.38	— 15	— 18	— 13	— 5
	39.76	33.60	52.00	32.00	+ 8	0	+ 19	— 19
5	32 33.02 <i>H</i> <sub>1</sub>	33 25.06 <i>H</i> <sub>2</sub>	33 47.26 <i>M</i>	34 22.50 <i>S</i>	— 20	— 78	— 17	— 61
	43.90	35.95	58.30	33.11	— 1	— 69	+ 7	— 76
	54.76	46.78	34 9.31	44.04	— 17	— 91	— 6	— 85

<sup>1)</sup> Vergl. A. N. 4615.

Nr.	Durchgangszeiten des				Beobachtung—Rechnung			
	Sonnenrandes ( $S$ ), des Mondrandes ( $M$ ) und der Hörner ( $H_1$ und $H_2$ )				$\Delta(M-S)$	$\Delta(H_1-S)$	$\Delta(H_2-S)$	$\Delta(H_1-H_2)$
6	$2^h 36^m 3^s 39 H_1$	$36^m 51^s 68 H_2$	$37^m 18^s 24 M$	$37^m 48^s 90 S$	-16	-59	+3	-62
	14.30	37 2.52	29.04	59.42	-22	-43	+21	-64
	25.32	13.51	40.35	38 10.52	-17	-73	+4	-77
7	$40 52.23 H_1$	$41 32.50 H_2$	$42 6.31 M$	$42 30.51 S$	+8	-10	+18	-28
	41 3.29	43.19	17.32	41.23	+13	-9	+27	-36
	14.49	53.80	28.31	52.19	-8	-18	+6	-24
8	$44 6.00 H_1$	$44 38.00 H_2$	$45 18.29 M$	$45 38.52 S$	-10	-60	-8	-52
	17.12	48.57	29.30	49.13	+6	-53	+17	-70
	28.38	59.40	40.65	46 0.12	+18	-68	+18	-86
9	$46 56.73 H_1$	— $H_2$	$48 5.56 M$	$48 22.14 S$	-8	-97	—	-116
	47 8.08	47 28.77	16.52	32.84	-6	-90	+24	-114
	19.59	39.12	27.73	43.87	-13	-104	+13	-117
10	$50 3.33 H_1$	— $H_2$	$51 2.52 M$	$51 15.50 S$	-32	-14	—	—
	15.12	—	13.80	26.20	+1	-4	—	—
	—	50 24.20	24.88	37.06	-2	—	+24	-33
11	$52 12.21 H_2$	$52 39.06 H_1$	$53 25.34 M$	$53 34.82 S$	+7	-19	-23	+4
	21.82	51.28	36.12	45.59	-17	-21	-47	+26
	31.92	53 3.83	47.54	56.44	+14	+3	-18	+21
12	$55 4.36 H_2$	$56 29.46 H_1$	— $M$	$56 48.97 S$	—	-19	-40	+21
	13.62	42.44	56 54.64	59.70	-8	-12	-59	+47
	23.10	—	57 5.97	57 10.50	+19	—	-40	+25
13	$58 16.50 H_2$	$60 23.29 H_1$	—	—	—	—	—	+6
	26.43	34.02	—	—	—	—	—	+8
	36.74	45.22	—	—	—	—	—	+33
14	$3 1 40.88 S$	—	$1 42.48 H_2$	$3 49.23 H_1$	—	+1	-6	+7
	51.49	—	53.69	59.88	—	+19	+21	-2
	2 2.34	—	2 4.50	4 10.61	—	+19	-16	+35
15	$9 42.14 S$	$9 54.64 M$	$10 0.16 H_2$	$11 45.78 H_1$	+9	-9	-3	-6
	52.87	10 5.52	11.38	56.42	+2	-9	+17	-26
	10 3.55	16.48	22.39	12 6.88	+4	-18	+18	-36
16	$12 46.00 S$	$13 2.48 M$	$13 9.03 H_2$	$14 49.12 H_1$	-7	-27	+3	-30
	56.90	13.82	20.16	59.89	+13	-38	-1	-37
	13 7.50	24.66	—	15 10.54	+11	-29	—	-30
17	$15 46.02 S$	$16 6.70 M$	$16 13.22 H_2$	$17 49.06 H_1$	+5	-12	-16	+4
	56.99	17.78	24.53	59.96	-8	-19	-8	-11
	16 7.64	28.66	35.52	18 10.48	-10	-32	+3	-35
18	$18 42.10 S$	$19 6.76 M$	$19 13.38 H_2$	$20 45.50 H_1$	+3	-15	+4	-19
	52.96	17.82	24.49	56.30	0	-23	+5	-28
	19 3.70	28.82	35.30	21 6.98	-1	-32	-9	-23
19	$21 33.32 S$	$22 2.00 M$	$22 8.38 H_2$	$23 37.02 H_1$	+16	-19	+23	-42
	44.30	13.00	19.31	47.69	-6	-53	-3	-50
	54.92	24.02	30.28	58.33	+7	-51	+9	-60
20	$24 39.04 S$	$25 12.05 M$	$25 17.80 H_2$	$26 43.20 H_1$	+24	-32	+20	-52
	50.01	23.10	28.80	54.12	+7	-35	0	-35
	25 0.60	33.82	39.64	27 4.63	-5	-47	+4	-51
21	$28 8.52 S$	$28 46.51 M$	$28 51.39 H_2$	$30 13.48 H_1$	+41	-19	+19	-38
	19.40	57.49	29 2.50	24.31	+26	-26	+20	-46
	30.21	29 8.13	13.38	35.13	-14	-29	+7	-36
22	$32 24.89 S$	$33 8.49 M$	$33 12.50 H_2$	$34 30.60 H_1$	+13	-37	0	-37
	35.60	19.39	23.50	41.63	+9	-10	+9	-19
	46.38	30.33	34.30	52.08	-1	-46	-9	-37

Nr.	Durchgangszeiten des				Beobachtung—Rechnung			
	Sonnenrandes ( $S$ ), des Mondrandes ( $M$ ) und der Hörner ( $H_1$ und $H_2$ )				$\Delta(M-S)$	$\Delta(H_1-S)$	$\Delta(H_2-S)$	$\Delta(H_1-H_2)$
23	$3^h 36^m 37^s.24 S$	$37^m 26^s.72 M$	$37^m 29^s.80 H_2$	$38^m 44^s.33 H_1$	+18	+ 8	+10	- 2
	48.16	37.72	40.77	55.14	+ 1	- 4	- 5	+ 1
	58.79	48.58	51.75	39 5.90	0	+ 5	+ 8	- 3
24	39 48.06 $S$	40 41.82 $M$	40 44.34 $H_2$	41 55.69 $H_1$	+ 4	- 5	+11	-16
	58.78	52.92	55.39	42 6.63	+17	+13	+24	-11
	40 9.48	41 3.89	41 6.22	17.09	+18	-13	+17	-30

#### Daten für die Rechnung.

Die für Refraktion und Abweichung des Fadens vom scheinbaren Parallel verbesserten Unterschiede der beobachteten Durchgangszeiten  $M-S$ ,  $H_1-S$ ,  $H_2-S$ ,  $H_1-H_2$  wurden mit den Zwischenzeiten verglichen, die sich aus dem Ort der Sonne, den verbesserten Koordinaten des Mondes und den angenommenen Halbmessern beider Gestirne ergaben. Für die Sonne wurden die Daten dem Berliner Jahrbuch entnommen. Als Korrekturen des vom Nautical Almanac angegebenen Mondortes ergaben sowohl die eingangs<sup>1)</sup> genannten Ausmessungen der photographischen Aufnahmen als auch die Heliometerbeobachtungen übereinstimmend  $\Delta\alpha_\odot = +10''.3$  und  $\Delta\delta_\odot = +4''.5$ . Da der Betrag der Parallaxe mit dem Ort des N. A. gerechnet war, sind die Verbesserungen des parallaktischen, relativen Mondortes  $\Delta\alpha_\odot = +10''.4$  und  $\Delta\delta_\odot = +4''.6$ . Der Mondradius wurde ebenfalls nach dem N. A. angenommen, jedoch nachträglich um 1''.7 verkleinert, entsprechend seiner aus den Sternbedeckungen folgenden geringeren Ausdehnung. Schließlich wurden die Korrekturen für das Mondprofil aus der von Dr. Hayn in oben bezeichneter Abhandlung<sup>1)</sup> veröffentlichten Tafel erhalten.

Die wegen der Parallaxe veränderten scheinbaren Koordinaten und Halbmesser der Sonne  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\varrho$ , sowie die des Mondes  $a$ ,  $d$ ,  $r$  dienen als weitere Grundlage für die Rechnung. Bezeichnen  $q' = \varrho \sec \delta$  und  $r' = r \sec d$  die Durchgangszeiten der beiden Halbmesser, ferner  $\Delta r$  die Randkorrektur des mittleren Mondradius und  $\Delta\alpha$  die Reduktion auf die zur Durchgangszeit des Mondrandes gehörige Rektaszension der Sonne, wegen ihrer Bewegung während des Vorüberganges beider Ränder an einem Faden, so ist der Unterschied der Durchgangszeiten

$$M-S = (a-\alpha) - \Delta\alpha \pm (r' + \Delta r - q')$$

wo das obere oder untere Vorzeichen gilt, je nachdem die beiden östlichen oder die westlichen Ränder der Scheiben beobachtet sind. Dieser Ausdruck wurde mit dem Argument Uhrzeit für äquidistante Zeiträume berechnet, worauf die den beobachteten Durchgangszeiten des Mondrandes entsprechenden Beträge interpoliert und mit den Beobachtungen verglichen wurden.

Zur Berechnung der entsprechenden Momente für die Hörner  $H_1$  und  $H_2$  mit den Koordinaten  $A_1$ ,  $D_1$  und  $A_2$ ,  $D_2$

dienen die nachstehenden Beziehungen<sup>2)</sup>. Die Zentrale sei mit  $s$  bezeichnet, ihr Positionswinkel an der Sonnenmitte mit  $\pi$ , an der Mondmitte mit  $p$ ; die Positionswinkel von  $H_1$  und  $H_2$  an der Sonnenmitte mit  $\pi + \varphi$  und  $\pi - \varphi$ , an der Mondmitte mit  $p - f$  und  $p + f$ . Dann ergeben sich die Rektaszensionen der Hörner folgendermaßen:

$$s \cdot \sin \pi = 15(a-\alpha) \cos d$$

$$s \cdot \cos \pi = (d-\delta) + (a-\alpha)^2 \cdot F$$

$$\sin^2(\varphi/2) = [r + (\varrho - s)][r - (\varrho - s)]/4\varrho s$$

$$[D_1 - \delta = \varrho \cdot \cos(\pi + \varphi)]$$

$$[D_2 - \delta = \varrho \cdot \cos(\pi - \varphi)]$$

$$A_1 - \alpha = (\varrho/15) \cdot \sin(\pi + \varphi) \sec D_1$$

$$A_2 - \alpha = (\varrho/15) \cdot \sin(\pi - \varphi) \sec D_2.$$

Hier ist  $F = 1/2 \cdot 15^2 \cdot \sin \delta \cos d \sin 1''$ . Die Bestimmung von  $\varphi$  durch  $\sin^2(\varphi/2)$  führt im vorliegenden Fall zu keinen Ungenauigkeiten. Die beiden Formeln für  $D$  geben nur angenäherte Werte, die hier ausreichen.

Die Beträge für  $A-\alpha$  wurden für äquidistante Zeiträume gerechnet, in der Form  $A-\alpha \mp q'$  auf den Sonnenrand bezogen, im Intervall von 1 Minute tabuliert und für die beobachtete Durchgangszeit des entsprechenden Hornes interpoliert, worauf sie nach Anbringung der Änderung von  $\alpha$  in der Zwischenzeit mit den beobachteten Werten  $H-S$  verglichen wurden. Die Differenz der für die zwei verschiedenen Durchgangszeiten beider Hörner geltenden Ausdrücke  $A-\alpha \mp q'$  entsprach nach Anbringung von  $\Delta\alpha$  für die Zwischenzeit den Beobachtungen  $H_1-H_2$ .

Außerdem war der Einfluß kleiner Änderungen der Mondkoordinaten sowie der beiden Radien auf die Rektaszensionen der Hörner zu ermitteln. Er ergibt sich aus folgendem Formelsystem, das für die Indizes 1 und 2 gilt:

$$1/15(D-d)/(A-a) = P \quad f = R + 1$$

$$1/15(D-\delta)/(A-\alpha) = Q \quad g = Q \cdot R \cdot \sec^2 D$$

$$P/(Q-P) = R \quad h' = P \cdot U \cdot \sec^2 D$$

$$[1/(Q-P)] \cdot \varrho/(A-\alpha) = U \quad h'' = \sec \delta$$

$$[1/(Q-P)] \cdot r/(A-a) = V \quad i = Q \cdot V \cdot \sec^2 D$$

$$d(A-\alpha \mp q') = f d(a-\alpha) + g d(d-\delta) - (h' \pm h'') d\varrho + i dr.$$

Hier bezieht sich wiederum das obere oder untere Vorzeichen auf die Beobachtung vor oder nach der Mitte

<sup>1)</sup> Vergl. A. N. 4615.

<sup>2)</sup> Diese und die folgenden Formeln sind in ähnlicher Gestalt zumeist angegeben von Prof. Kobold in den Annalen d. Kais. Univ.-Sternwarte in Straßburg. 2. Band, Annex A. Ein Hinweis auf einen Druckfehler ist enthalten im 3. Band, Annex A, S. 30. Ferner muß im 2. Band, Annex A, S. 17, die 21. Druckzeile von oben heißen:

$$\cos^2 d(\alpha_\odot - a) da + (\delta_\odot - d) dd = \cos^2 d(\alpha_\odot - a) d\alpha_\odot + (\delta_\odot - d) d\delta_\odot - r_\odot dr_\odot.$$

der Finsternis. Die im Intervall von 1 Minute tabulierten Koeffizienten wurden für die beobachteten Durchgangszeiten der Hörner interpoliert. Vermittels des Faktors von  $dr$  erhielten die entsprechenden berechneten Zeiten noch Korrekturen für die Randfehler des Mondes, welche der oben genannten Tafel<sup>1)</sup> entnommen wurden, nachdem die Positionswinkel der Hörner an der Mondmitte nach den folgenden Formeln gerechnet waren:

$$\sin(p-f) = 15(A_1-a) \cdot \cos D_1 \cdot 1/r$$

$$\sin(p+f) = 15(A_2-a) \cdot \cos D_2 \cdot 1/r.$$

#### Die Beobachtungen der Ränder.

Die beobachteten Unterschiede in den Durchgangszeiten der beiden Ränder und Hörner ergaben gegen die berechneten Differenzen die in der vorhergehenden Tabelle aufgeführten Abweichungen Beobachtung—Rechnung, welche in Einheiten von 0.01 ausgedrückt sind. Die erste Kolumne  $A(M-S)$  bezieht sich auf die Verbindung des Mondrandes und Sonnenrandes. Durch Mittelbildung für die 3 Fäden jeder Nummer und Vereinigung der beiden einzelnen Beobachtungen Nr. 1 und 2 ergaben sich die Werte  $A(M-S)$  in der nachfolgenden Tabelle. Hier zeigt sich in den beiden Teilen, welche durch die Mitte der Finsternis getrennt werden (Nr. 1-12 und 15-24), ein Unterschied, den schon das Vorzeichen erkennen läßt. Da die Rektaszension des Mondes bereits eine Verbesserung um +0.69 erhalten hatte, behufs Erlangung des richtigen Wertes, so ergibt sich hier als Gesamtkorrektur dieser relativen Koordinate:

$$\text{Teil I } A(a-\alpha) = +0.69 - 0.05 \pm 0.02$$

$$\text{» II } A(a-\alpha) = +0.69 + 0.07 \pm 0.02.$$

Die übrigbleibenden Reste enthält die zweite Kolumne. Das Mittel liefert demnach die Korrektur  $+0.70 \pm 0.01$  für die Rektaszension des N. A. Sieht man von der Abweichung um 0.01 ab, so zeigt sich, daß der Unterschied der beiden Hälften durch Einführung von  $A(r'-q') = -0.9$  in die Gleichung für  $M-S$  S. 341 verschwindet. Dieser Betrag entspricht so den für die Beobachtung gültigen Radien. Andererseits ergaben nachträglich ausgeführte Bestimmungen als Zusatz zum Sonnenradius  $Aq' = +1.0 \pm 0.2$ , während sich aus den 6 Werten von  $A(H_1-H_2)$  von Nr. 13 und 14, wegen der symmetrischen Lage der Sichel zum Stundenkreis,  $Aq' = +0.9$  entnehmen läßt. Die Durchgangsbeobachtungen der beiden Ränder zeigen demnach außer dem richtigen Betrage der Rektaszension folgende Korrekturen für den Sonnen- und Mondhalbmesser an:

$$Aq' = +1.0 \quad Ar' = +0.1.$$

In bemerkenswerter Weise ist das Resultat von der Berücksichtigung der Randfehler abhängig. Für den vom Stundenkreis berührten Punkt des östlichen Mondrandes beträgt die Korrektur des Mondradius  $-2.6$ , für den Westrand ist sie 0. Bei ihrer Vernachlässigung wird daher aus dem ersten Teil eine um 0.17 zu kleine Rektaszension erhalten.

#### Die Beobachtungen der Hörner.

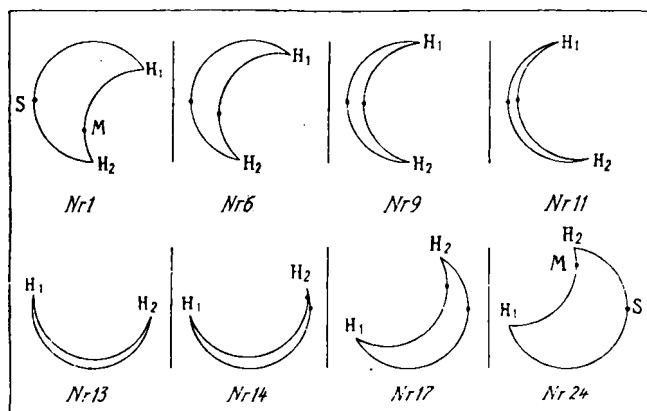
In der ersten Tabelle enthalten die letzten 3 Spalten die Abweichungen B—R für die Unterschiede in den Durchgangszeiten der Hörner gegen den Sonnenrand und gegeneinander. Für die vereinzelt kursiv gedruckten Zahlen ist einer der zur Differenzbildung nötigen Werte den Beobachtungen der beiden anderen Fäden entnommen. Die zweite Tabelle enthält in den entsprechenden Kolumnen B—R das Mittel der zusammengehörigen Zahlen eines jeden Satzes, worin diese vereinzelt Werte mit halbem Gewicht berücksichtigt sind. Hier zeigt der Kursivdruck an, daß für die Differenzbildung einerseits nur eine Beobachtung vorhanden war.

Der Einfluß der Randkorrektur auf die Durchgangszeiten der Hörner ist noch größer als bei denen der Ränder. Die drei mit (B—R) bezeichneten Spalten sind mit dem mittleren Mondradius gerechnet. Es zeigt sich, daß die Vernachlässigung hier Fehler bis zu 0.35 [Nr. 12 von  $A(H_1-H_2)$ ] erzeugen würde. Berücksichtigt man, daß die drei Kolumnen B—R wirkliche Beobachtungsfehler darstellen, da die Rechnung mit den richtigen Werten ausgeführt wurde, so erscheint deren Größe, die in einem Fall 1.5 übersteigt [Nr. 9 von  $A(H_1-H_2)$ ], überaschend. Daß hier keine bloße Ungenauigkeit der Beobachtung vorliegt, zeigt eine kurze Betrachtung der entsprechenden einzelnen Fehler in der ersten Tabelle, die gerade an den besonders auffallenden Stellen (wie Nr. 5, 7, 9, 11) gut übereinstimmen. Auch läßt in der — von jetzt ab allein betrachteten — zweiten Tabelle, sowohl die Aufeinanderfolge der Beträge wie die Beständigkeit des Vorzeichens, die sich am deutlichsten bei  $A(H_1-H_2)$  zeigt, ohne weiteres auf einen nicht zufälligen Verlauf der Abweichungen, sondern auf gewisse Gesetzmäßigkeiten schließen.

Die systematischen Fehler werden im allgemeinen durch den Einfluß des Instruments und die besondere Auffassung des Beobachters bedingt sein. Sie lassen sich bei den Hörnern in ihrer Vereinigung  $A(H_1-H_2)$  verfolgen, wie auch einzeln als  $A(H_1-S)$  und  $A(H_2-S)$ , wo sie mit denen des Sonnenrandes in Verbindung treten. Obwohl diese aus den Randbeobachtungen nicht einzeln zu ermitteln sind, da die hauptsächlich durch sie bedingten Werte von  $Aq'$  und  $Ar'$  (vgl. S. 343) aus Differenzen für die beiden Ränder erhalten wurden, so werden doch die Ausdrücke  $A(H_1-S)$  und  $A(H_2-S)$  im wesentlichen die Fehler der Hörner wiedergeben, da gegen ihre Größe und Veränderlichkeit diejenigen der Ränder als klein und konstant anzusehen sind. Doch kommt das für die spätere Darstellung, welche nur die vorliegenden Daten benutzt, nicht in Betracht. Jedenfalls liegt weiterhin auch kein Grund vor, die berechneten Durchgangszeiten der Hörner und somit ihre Fehler wegen der für  $q$  erhaltenen Korrektur (durch die Beziehung S. 343) zu verändern, da diese aus Beobachtungen der Ränder folgt und noch nichts für diejenigen der Spitzen besagt. In der Tat werden die Abweichungen dadurch auch nicht verringert und in der Verbindung  $A(H_1-H_2)$  für annehmbare Werte von  $q$  fast gar nicht verändert.

<sup>1)</sup> Vergl. A. N. 4615.

Nr.	$\Delta(M-S)$			$\Delta(H_1-S)$				$\Delta(H_2-S)$				$\Delta(H_1-H_2)$			
	B-R		Reste	(B-R)	B-R	Darst.	Reste	(B-R)	B-R	Darst.	Reste	(B-R)	B-R	Darst.	Reste
1	- 6	- 1		- 22	- 23	- 10	- 13	+ 1	+ 8	- 1	+ 9	- 23	- 31	- 9	- 22
2				- 24	- 25	- 22	- 3	- 13	- 6	0	- 6	- 11	- 19	- 22	+ 3
3	- 2	+ 3		- 19	- 21	- 23	+ 2	+ 1	- 2	+ 1	- 3	- 20	- 19	- 24	+ 5
4	- 9	- 4		- 6	- 10	- 28	+ 18	+ 16	- 3	+ 3	- 6	- 23	- 7	- 31	+ 24
5	- 13	- 8		- 78	- 79	- 32	- 47	+ 21	- 5	+ 6	- 11	- 99	- 74	- 38	- 36
6	- 18	- 13		- 60	- 58	- 37	- 21	- 4	+ 9	+ 9	0	- 56	- 68	- 46	- 22
7	+ 4	+ 9		- 10	- 12	- 46	+ 34	- 18	+ 17	+ 11	+ 6	+ 7	- 29	- 57	+ 28
8	+ 5	+ 10		- 49	- 60	- 55	- 5	- 23	+ 9	+ 16	- 7	- 26	- 69	- 71	+ 2
9	- 9	- 4		- 91	- 97	- 78	- 19	+ 30	+ 19	+ 23	- 4	- 122	- 116	- 101	- 15
10	- 11	- 6		+ 6	- 9	- 7	- 2	+ 35	+ 24	+ 43	- 19	- 28	- 33	- 50	+ 17
11	+ 1	+ 6		- 12	- 12	- 10	- 2	- 47	- 29	- 35	+ 6	+ 35	+ 17	+ 25	- 8
12	+ 5	+ 10		+ 6	- 15	- 1	- 14	- 62	- 46	- 25	- 21	+ 67	+ 32	+ 24	+ 8
13												+ 35	+ 16	- 7	+ 23
14				+ 13	+ 13	- 14	+ 27	- 3	0	+ 1	- 1	+ 15	+ 13	- 15	+ 28
15	+ 5	- 2		- 20	- 12	- 25	+ 13	- 6	+ 11	+ 6	+ 5	- 15	- 23	- 31	+ 8
16	+ 6	- 1		- 19	- 31	- 25	- 6	- 15	+ 1	+ 7	- 6	- 4	- 33	- 32	- 1
17	- 4	- 11		- 28	- 21	- 24	+ 3	- 22	- 7	+ 8	- 15	- 6	- 14	- 32	+ 18
18	+ 1	- 6		- 12	- 23	- 22	- 1	- 14	0	+ 9	- 9	+ 1	- 23	- 31	+ 8
19	+ 6	- 1		- 38	- 41	- 22	- 19	- 2	+ 10	+ 9	+ 1	- 35	- 51	- 31	- 20
20	+ 9	+ 2		- 33	- 38	- 21	- 17	- 2	+ 8	+ 9	- 1	- 31	- 46	- 30	- 16
21	+ 18	+ 11		- 24	- 25	- 17	- 8	+ 8	+ 15	+ 9	+ 6	- 31	- 40	- 26	- 14
22	+ 7	0		- 30	- 31	- 16	- 15	- 8	0	+ 7	- 7	- 22	- 31	- 23	- 8
23	+ 6	- 1		0	+ 3	- 12	+ 15	- 2	+ 4	+ 7	- 3	+ 2	- 1	- 19	+ 18
24	+ 13	+ 6		- 4	- 2	- 10	+ 8	+ 10	+ 17	+ 8	+ 9	- 14	- 19	- 18	-



Von den beiden Kolumnen B-R für die einzelnen Hörner zeigt nun die des ersten sehr viel größere Fehler als die zweite, wo nur in der Mitte der Finsternis bemerkenswerte Beträge erreicht werden. Die vorliegende Zeichnung stellt, für die den zugehörigen Nummern entsprechenden Zeiten, die Sonnensichel mit den vom Stundenkreis berührten Punkten der Ränder und ihre Lage zu diesem dar. Aus ihr ergibt sich, daß beim Horn  $H_2$  der innere Rand während des größten Teils der Beobachtungen nur einen kleinen Winkel mit dem Durchgangsfaden bildete, während die Spitze  $H_1$  hinsichtlich ihrer Begrenzung nahezu senkrecht den Faden durchquerte. Daß hierdurch die Auffassung der Durchgangszeit beeinflusst wird, erscheint naheliegend.

Das Horn  $H_2$  hat, solange sein Rektaszensionsunterschied gegen den jeweils sichtbaren Mondrand ( $A_2 - a \mp \nu'$ )

klein ist (etwa Nr. 1-8 und 14-24), geringe Fehler, die allein bei größerer Entfernung vom Mondrand (Nr. 9-12) merkbar werden. Für  $H_1$  ist dieser geringe Abstand nur etwa bei Nr. 11, 12, (13) erreicht; an diesen Stellen sind die Fehler ebenfalls klein. Eine weitere Beziehung zu ihrem Betrage scheint in der Gestalt der Sichel zu liegen. Je spitzer diese bei nahe senkrechter Stellung der Ränder zum Faden ist, desto größer sind durchschnittlich die Abweichungen [Nr. 1-9 von  $\Delta(H_1-S)$ ]. Die Sichelform kann durch den Winkel  $\omega$  dargestellt werden, den die von der Sonnenmitte und Mondmitte nach  $H$  gezogenen Radien einschließen. Schließlich zeigen noch einige Stellen [Nr. 13, 14, 23, 24 von  $\Delta(H_1-S)$ ] eine besondere Lage für den äußeren Rand des Hornes zum Faden, die eine »Anlehnung« der Beobachtung an diesen Rand begünstigt. An den entsprechenden Stellen treten in der Fehlerfolge Sprünge hervor; und das könnte schon bei Nr. 11 und 12 von  $\Delta(H_2-S)$  die Ursache bilden. Somit würde nur die Größe der Nr. 10 von  $\Delta(H_1-S)$ , welche bereits den von Nr. 11 ab veranschaulichten Abfall der Fehler zeigt, noch nicht aus den genannten drei Einflüssen folgen. Der Umstand, daß in dieser Lage  $H_1$  und  $H_2$  nahe zur gleichen Zeit durch den Faden gingen, sei hier ebenso nur erwähnt, wie die Tatsache, daß die vorhergehenden Betrachtungen auch noch durch weitere hinsichtlich der besonderen Verteilung der Vorzeichen ergänzt werden müßten. Jedenfalls weist der Verlauf der Fehler auf einen Zusammenhang mit den genannten Ursachen hin.

Weitere mögliche Einwirkungen, wie sie etwa die Erwärmung durch die Sonne hervorrufen kann, oder die zwischen dem Klemmen des Instruments und der folgenden Beobachtung

verstrichene kurze Zeitdauer, waren nicht nachweisbar. Andere Ursachen wiederum, wie die Irradiation und eine Abstumpfung der Hörnerspitzen infolge einer Art von Tropfenbildung, finden ihre Berücksichtigung zugleich mit der im folgenden durchgeführten Beziehung der Fehler auf die Lage der Sichel und die Phase. Zu deren eindeutiger Bestimmung können der Rektaszensions- und Deklinationsunterschied der Spitzen gegen Sonne und Mond sowie der von den Rändern eingeschlossene Winkel  $\omega$  dienen.

Eine Darstellung der systematischen Fehler.

Die angegebenen Beziehungen dienten als Grundlage für den Versuch, die systematischen Fehler als Funktionen der Lage und Form der Sichel darzustellen. Dieser führte auf den folgenden Ausdruck, in dem die Koordinatendifferenzen in Einheiten von  $r'$  angesetzt sind, und wo sich das obere oder untere Vorzeichen auf den jeweils sichtbaren Ost- oder Westrand bezieht.

$$+0.320 (D - \delta) [(A - a \mp r') + 0.172] \\ + 0.032 (D - \delta)^2 (A - a \mp r') [1 - (A - a)^{-1/2}] \cdot \cos \omega.$$

Die sich hieraus ergebende Darstellung der Abweichungen ist in den dritten Spalten aufgeführt, während die vierten die nach ihrer Anbringung verbleibenden Widersprüche ent-

	B-R	Reste
$A(H_1 - S)$	$+0.13 + 1.03 d\varrho - 0.80 dr$	$-0.02 + 1.03 d\varrho - 0.80 dr$
$A(H_2 - S)$	$+0.07 - 0.86 d\varrho + 0.76 dr$	$0.00 - 0.86 d\varrho + 0.76 dr$
$A(H_1 - H_2)$	$+0.12 - 0.07 d\varrho + 0.15 dr$	$0.00 - 0.07 d\varrho + 0.15 dr$
	B-R	Reste
$A(H_1 - S)$	$-2.0 + 0.95 d\varrho - 0.82 dr$	$-0.1 + 0.95 d\varrho - 0.82 dr$
$A(H_2 - S)$	$+0.4 - 1.24 d\varrho + 0.99 dr$	$+0.2 - 1.24 d\varrho + 0.99 dr$
$A(H_1 - H_2)$	$-0.8 - 0.05 d\varrho - 0.01 dr$	$0.0 - 0.05 d\varrho - 0.01 dr$

und für  $dd$

Ohne daß auf die hier möglichen Beträge für  $d\varrho$  und  $dr$  eingegangen werden soll, zeigt sich an den Gleichungen für  $A(H_1 - H_2)$ , in welchen  $d\varrho$  und  $dr$  wegen der Kleinheit ihrer Koeffizienten nicht in Betracht kommen, daß die Reste die richtigen Resultate liefern und sich gegenüber den zu ermittelnden Größen wie zufällige Fehler verhalten. Aber auch die 4 aus den Restfehlern der beiden einzelnen Hörner erhaltenen Gleichungen ergeben für  $da = 0$  und  $dd = 0$  folgende übereinstimmende Beziehungen:

$$\begin{aligned} 1.03 d\varrho - 0.80 dr &= +0.3 \\ 0.86 d\varrho - 0.76 dr &= 0.0 \\ 0.95 d\varrho - 0.82 dr &= +0.1 \\ 1.24 d\varrho - 0.99 dr &= +0.2. \end{aligned}$$

#### Schlußbemerkungen.

Die Durchgangsbeobachtungen des Sonnen- und Mondrandes unterscheiden sich von denen der Hörner insofern vorteilhaft, als der Einfluß der persönlichen Auffassung in gleichmäßiger Weise auf sie wirkt, und diese Konstanz erleichtert seine Bestimmung wesentlich. Ferner zeigte sich auch darin ein einfaches Verhalten, daß die Auffassungsunterschiede der konvexen und konkaven Begrenzung der Sichel für die Ostränder der beiden Gestirne die gleichen waren wie für die Westränder, während sich hinsichtlich der

halten. Mit Ausnahme von etwa drei Fällen [Nr. 5 und 7 von  $A(H_1 - S)$ , sowie Nr. 5 von  $A(H_1 - H_2)$ ], bei denen wegen der spitzen Form der Sichel und ihrer Stellung zum Faden die Möglichkeit einer besonders großen Ungenauigkeit der Beobachtung vorliegt, erscheint die Darstellung befriedigend, insbesondere paßt sie sich den Stellen mit sprunghaften Änderungen gut an, wie sich aus Nr. 8-13 der drei  $AH$  ergibt. Die wesentliche Verringerung der ursprünglichen Unterschiede wird veranschaulicht durch den mittleren Fehler einer einzelnen Nummer, welcher hier wegen der systematischen Natur der Fehler offenbar nur ein Maß für den mittleren Betrag der Abweichungen darstellt.

	$\Delta(H_1 - S)$	$\Delta(H_2 - S)$	$\Delta(H_1 - H_2)$
B-R	$\pm 0.38$	$\pm 0.16$	$\pm 0.44$
Reste	$\pm 0.18$	$\pm 0.09$	$\pm 0.18$

Ein weiteres Urteil über das Verhalten der Reste zu den ursprünglichen Widersprüchen B-R ist zu erlangen, wenn man aus beiden die ihnen entsprechenden Korrekturen der Mondkoordinaten, welche wegen der zugrunde gelegten richtigen Werte null sein müssen, ermittelt. Die nach den Formeln S. 342 erhaltenen Bedingungsgleichungen ergeben nach der Ausgleichung für  $da$

zugleich vom Instrument und Beobachter abhängigen Halbmesser eine übliche geringe Vergrößerung des Sonnenradius und für den Mondradius der aus den Sternbedeckungen folgende Betrag ergab.

Für das Auftreten von systematischen Fehlern bei den Durchgangsbeobachtungen der Hörner geben die verschiedenen in Straßburg angestellten Beobachtungsreihen, welche Prof. Kobold<sup>1)</sup> bearbeitet hat, sowie eine von Prof. E. Becker<sup>2)</sup> ausgeführte Beobachtung gute Beispiele. Einen Vergleich mit den vorliegenden Messungen gestattet teilweise eine Veröffentlichung über die Beobachtungen der hier behandelten Sonnenfinsternis auf der Straßburger Sternwarte von L. Beneš<sup>3)</sup> welcher dieselbe Messungsmethode anwandte. Obwohl dort die vor der Mitte liegenden Beobachtungen, wegen beschränkter Ausdehnung des Gesichtsfeldes, bereits an der Stelle aufhören, wo die vorliegenden beginnen, ergeben doch die beiden Teile vor und nach der Mitte durchaus abweichende Resultate, deren Ursache der Verfasser unter besonderen Voraussetzungen diskutiert; und die ersten Messungen während und unmittelbar nach der größten Phase lassen nach der Ausgleichung Unterschiede übrig, welche die hier vorkommenden Maximalfehler etwa erreichen.

Im vorliegenden Fall einer Finsternis mit großer Phase kam es zunächst darauf an, die den Durchgangsbeobachtungen der Hörner anhaftenden systematischen Fehler ihrem wahren

<sup>1)</sup> Annalen d. Kais. Univ.-Sternwarte in Straßburg. 2. Band, Annex A und 3. Band, Annex A.

<sup>2)</sup> A. N. 4320.

<sup>3)</sup> A. N. 4615.

Betrage nach zu ermitteln. Und dieser veranlaßt in Verbindung mit den bisherigen Erfahrungen, der Frage näherzutreten, inwieweit derartige Beobachtungen, die noch immer zur Erlangung eines relativen Mondortes angestellt werden, überhaupt noch zweckmäßig sind. Denn sowohl die Ausmessungen photographischer Aufnahmen, wie direkte Messungen von Positionswinkeln am Heliometer geben viel einwandfreiere Resultate, während die am Refraktor möglichen Beobachtungen der Sonnensichel, vielleicht noch mit Ausnahme der einfachen Randbeobachtungen, mit komplizierten Fehlerquellen behaftet sind, die das Ergebnis notwendig unsicher machen müssen, da eine gewisse Willkür bei ihrer Berücksichtigung nicht zu vermeiden ist.

Leipzig, 1913 Januar.

Die Verwendbarkeit dieser Methoden setzt daher zum mindesten eine nähere Kenntnis ihrer Besonderheiten voraus. Hier führte die Möglichkeit einer Trennung der Fehler für beide Hörner auf ihren Zusammenhang mit der Lage und Gestalt der Sichel, dessen mangelnde Einfachheit angesichts der vielen möglichen Ursachen wohl erklärlich ist. Die erhaltene Darstellung bei anderen, gleichartigen Beobachtungen zu erproben, wäre daher nicht ohne Interesse, aber doch mit einem beträchtlichen Zeitaufwand verbunden gewesen. Ein Mittel zum näheren Studium dieser systematischen Einflüsse ist jedenfalls in der Beobachtung von Modellen bei bewegtem Fernrohr gegeben. Auch werden die Phasenfiguren der unteren Planeten annähernd ähnliche Bedingungen zeigen.

G. Deutschland.

## Sonnenfinsternis 1912 April 17

beobachtet am Astron. Institute der k. k. böhm. Universität in Prag-Smíchov.

In Prag ließ sich die Sonnenfinsternis als teilweise Bedeckung der Sonne durch die Mondscheibe unter sehr günstigen Umständen beobachten. Außer den Kontakten wurden auch Austritte mehrerer Spitzen von Mondbergen beobachtet, wobei man in etwa 2 bis 3 Fällen die sogenannte Perlbildung ganz deutlich verfolgen konnte. Natürlich wurde je nur eine »Perle« bemerkt. Noch muß man erwähnen, daß der sichtbare Teil der Sonnenoberfläche am Tage der Finsternis vollständig fleckenfrei war.

Als Beobachter (B) fungierten: Dr. *Jiří Kaván* (K), Stud. *Vincenc Nechvíle* (N) und Stud. *Vladimír Ulrich* (U). Sie benutzten folgende azimutal montierte Instrumente (ohne Abblendung des Objektivs):

B	Refraktor	Öffnung mm	Brennweite cm	Ver- größerung
K	Reinfelder & Hertel	74	110	50
N	Dollond	97	160	60
U	Merz	48	50	60

Das durch das Fernrohr entstehende Sonnenbild wurde in einen fast ganz dunklen Raum projiziert und auf einem Blatt weißen Papiers aus freier Hand aufgefangen. So konnte der Durchmesser des Sonnenbildes bequem auf einen halben Meter und mehr gebracht werden. Doch begnügte man sich durchweg mit einem Durchmesser von etwa 25 cm. Nur für das Ende der Finsternis wurde ein größerer Durchmesser gewählt.

Alle Zeitmomente wurden von jedem Beobachter nach den Sekundenschlägen einer und derselben Sternzeituhr notiert; jede zehnte Sekunde wurde von dem Diener *Alois Neskořík* laut gezählt. Die Uhrkorrektur wurde am 16. und 17. April 1912 bestimmt. Die provisorische geographische Position des Astronomischen Institutes ist in den A. N. 174.155 angegeben; Seehöhe rund 300 m.

In der folgenden Tabelle sind die Beobachtungsergebnisse enthalten, wobei durch 1 bis 14 die Austritte der Spitzen von Mondbergen bezeichnet wurden. Die Zeit ist M. E. Z.

Prag-Smíchov, Astr. Institut, 1913 Januar.

Erscheinung	K	N	U
Anfang	0 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup>	0 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup>	0 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup>
1	1 29 56	—	1 29 54
2	30 14	1 30 13	30 11
3	31 28	31 25	—
4	32 11	32 11	32 6
5	35 3	35 3	—
6	36 6	36 6	36 7
7	37 4	37 5	36 59
8	41 33	41 34	—
9	43 42	43 39	—
10	48 46	48 48	—
11	52 34	52 38	—
12	54 57	55 1	—
13	2 0 43	2 0 49	—
14	11 30	11 34	—
Ende	47 7	47 7	2 47 5

Den Anfang der Sonnenfinsternis haben die Beobachter K und U am Reinfelder & Hertel gemeinsam beobachtet. Die Beobachtung der Austritte 11 bis 14 gestaltete sich sehr schwierig, weil die betreffenden Mondbergspitzen sich nur wenig von dem übrigen Mondrande abhoben. Das Ausbleiben der Beobachtungen der Austritte 8 bis 14 für den Beobachter U wurde durch ungünstige Lage seines Fernrohres verursacht, welche erst gegen 1/23<sup>h</sup> korrigiert werden konnte.

Auf Grund der Übersichtstafel im B. J. bekommt man näherungsweise in M. E. Z.

Anfang 0<sup>h</sup> 7<sup>m</sup> 2      Ende 2<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> 7.

Gegen 1<sup>h</sup> M. E. Z. verwandelte sich die übliche Farbe des Himmelsgewölbes in ein sehr auffallendes Bleigrau, welches auch die nahen Gebäude zu bedecken schien, und zur Zeit der größten Phase trat über dem südlichen Horizonte ein gelblich-orangefarbiger, in seinem oberen Teile allmählich verschwindender Streifen hervor.

*Jiří Kaván.*